

Charakterisierung von Fremdpartikeln in Granulomgewebe gelockerter Hüftendoprothesen mittels Rasterelektronenmikroskop und Cryo-Transfertechnik

¹Kachler, W., ²Riedel, F., ¹Göske, J., ²Zeiler, G. & ³Schuh, A.
www.werkstoffanalytik.de

¹Zentrum für Werkstoffanalytik Lauf
²Orthopädische Klinik Rummelsberg

Einleitung

Abriebpartikel können über die Induktion von Gewebsmediatoren zu Knochenresorption und Lockerung von Hüftendoprothesen führen. Dem Nachweis und der Charakterisierung dieser Partikel kommt eine erhebliche Bedeutung bei der Ursachenanalyse von Lockerungen (Schadensanalyse) und der Weiterentwicklung von Implantatssystemen zu.

Material und Methode

Im Rahmen von Revisionsoperationen werden 30 Granulome, ausgewählt nach charakteristischen Verfärbungen, entnommen und bei 72°C bis zur Untersuchung asserviert. Die Untersuchung der wasserhaltigen Gewebeproben wird im Rasterelektronenmikroskop (REM) mittels Cryo-Transfertechnik bei -190°C durchgeführt. Dadurch wird eine Veränderung der Gewebe im Hochvakuum und unter der thermischen Beeinflussung des Elektronenstrahls verhindert. Nach dem Überstehen des und in intrazelluläres Wasser absublimiert wurde, wird das densofreigelegte Gewebestruktur die Existenz von Fremdpartikeln nachgewiesen. Alle Partikel ob von Knochen, Zement oder Implantatmaterial unterscheiden sich vom Gewebe deutlich durch ihre Elementzusammensetzung und damit durch die mittlere Kernladungszahl. Die Detektion der Partikel wird mit dem Rückstreuetelektronendetektor nachgewiesen (Elementkontrastverfahren).

Die Zusammensetzung der Partikel wird mittels energiedispersiver Mikroanalyse bestimmt. Die Morphologie der Partikel wird mit Sekundärelektronen-Detektoren charakterisiert. Ergänzend dazu werden benachbarte, unauffällige Gewebebereiche nach dem gleichen Verfahren auf Fremdpartikel hin analysiert.

Ergebnis

Es werden zum Teil erhebliche Partikelmengen nachgewiesen. Die Elementanalyse stellt den Zusammenhang mit den Implantatwerkstoffen her. Der Größenbereich typischer Abriebpartikel liegt im Bereich von 50 Nanometer bis wenige Mikrometer. Diese Partikel werden zum Teil im Gewebe inkorporiert vorgefunden. Partikel aus CoCr Legierungen liegen am unteren Ende der Größenverteilung, während Partikel aus Titanlegierungen im oberen Bereich des Streubandes der Partikelverteilung liegen. Neben metallischen Partikeln werden auch Rückstände von Strahlmitteln (Korund) nachgewiesen. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass die Elementanalyse und Bewertung der Morphologie der Partikel Rückschlüsse auf ihre Herkunft ermöglichen. Der Vorteil dieser Methode liegt in der quasirealen Gewebestandscharakterisierung. Nachdem im REM nur begrenzte Probenvolumina auswertbar sind, werden für die statistische Bewertung der Partikel weitere Studien zur summarischen Element- und Phasenanalyse geplant (ICP, AAS, XRD).

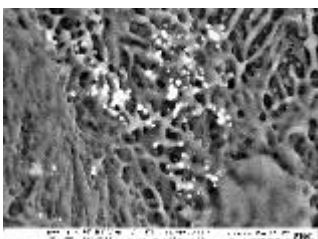


Bild1: Titanhaltige Partikel im Bereich von 0,5µm bis 3µm



Bild2: Titanhaltige Feinstpartikel; z.T. kleiner 0,1µm und agglomeriert

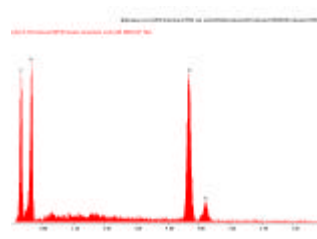


Bild3: Elementanalyse der Ti-haltigen Partikel in Bild1, 2 und 4

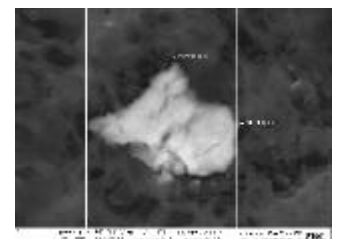


Bild4: Größeres, schwammartiges Titanpartikel

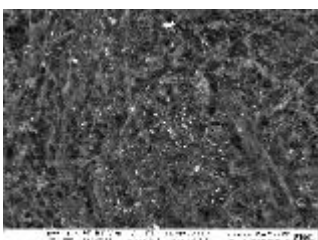


Bild5: CoCr-haltige Fein-Partikel

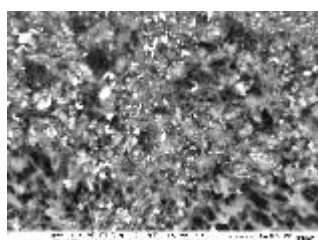


Bild6: CoCr-haltige Partikel; von kleiner 1µm bis z.T. 10µm Größe

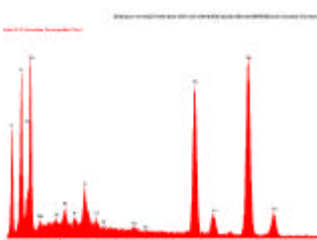


Bild7: Elementanalyse der CoCr-haltigen Partikel



Bild8: Granulomproben vor der REM-untersuchung

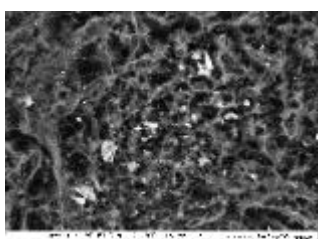


Bild5: CoCr-haltige Fein-Partikel

